

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-307805

(43)Date of publication of application : 05.11.1999

(51)Int.Cl.

H01L 31/10

(21)Application number : 10-107484

(71)Applicant : JAPAN AVIATION ELECTRONICS
IND LTD

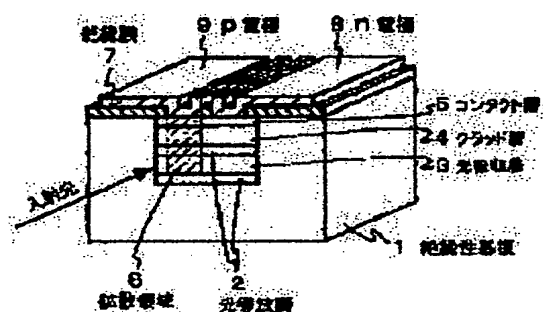
(22)Date of filing : 17.04.1998

(72)Inventor : ISHII HIROAKI

(54) WAVEGUIDE TYPE PHOTODIODE AND ITS MANUFACTURE**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide such a structure that can improve photoelectric conversion efficiency of a waveguide type photodiode and, in addition, can make manufacturing of the photodiode easier.

SOLUTION: After a recessed groove is formed on the surface of an insulating substrate, an optical waveguide layer 2 of one conductivity, a light absorbing layer 3, a clad layer 4, and a contact layer 5 are successively formed in the recessed groove. At the same time, a diffusion area 6 of the other polarity is formed in parts of the multilayered films and electrodes 8 and 9 are formed on the surfaces of the diffusion area 6 and the multilayered films of the original polarity so that a photoelectrically converted electric current may be taken out from the electrodes 8 and 9.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-307805

(43) 公開日 平成11年(1999)11月5日

(51) Int. Cl.⁶

H 0 1 L 31/10

識別記号

F I

H 0 1 L 31/10

A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平10-107484

(22) 出願日 平成10年(1998)4月17日

(71) 出願人 000231073

日本航空電子工業株式会社

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号

(72) 発明者 石井 宏明

東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号 日本
航空電子工業株式会社内

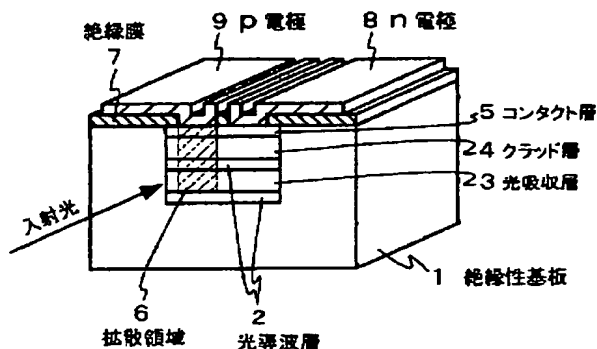
(74) 代理人 弁理士 草野 卓 (外1名)

(54) 【発明の名称】 導波路型フォトダイオード及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 導波路型フォトダイオードの光電変換効率を改善し、更に製造が容易な構造を提案する。

【解決手段】 絶縁性基板に凹溝20を形成し、この凹溝の内部に一方の導電形式の光導波層2と、光吸収層3、クラッド層4、コンタクト層5を順に製膜すると共に、これら多層膜の一部に他方の導電形式の拡散領域を形成し、この拡散領域と元の導電形式の多層膜の表面に電極を被着形成し、これらの電極から光電変換された電流を取り出す構造とした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 A. 凹溝が形成された絶縁性基板と、
B. この絶縁性基板に形成された凹溝内に一方の導電形式を採る光導波層、光吸収層、光導波層、クラッド層、コンタクト層を順に成長形成した多層膜と、
C. 上記多層膜の一部に拡散形成され、他方の導電形式を採る拡散領域と、
D. 上記多層膜及び上記絶縁性基板の上面に形成され、上記拡散領域の一部を露出させる窓と、上記拡散領域が形成されない上記多層膜の表面を露出させる窓とを具備した絶縁膜と、
E. この絶縁膜に形成された窓を通じて上記拡散領域に電氣的に接続された電極と、上記拡散領域が形成されない上記多層膜の表面に電氣的に接続された電極と、を具備して構成したことを特徴とする導波路型フォトダイオード。

【請求項 2】 請求項 1 記載の導波路型フォトダイオードにおいて、上記多層膜を N 型導電形式を採る材料で構成し、上記拡散領域を P 型導電形式を採る素材を拡散して形成したことを特徴とする導波路型フォトダイオード。

【請求項 3】 請求項 1 記載の導波路型フォトダイオードにおいて、上記多層膜を P 型導電形式を採る材料で構成し、上記拡散領域を N 型導電形式を採る素材を拡散して形成したことを特徴とする導波路型フォトダイオード。

【請求項 4】 A. 絶縁性基板の一方の面に凹溝を形成する工程と、
B. この絶縁性基板に形成した凹溝の内部に一方の導電形式を採る材料により光導波層、光吸収層、光導波層、クラッド層、コンタクト層の順に積層して形成する製膜工程と、
C. この製膜工程で形成した多層膜の一部に他方の導電形式を採る拡散領域を形成する拡散工程と、
D. この拡散工程によって形成された拡散領域と元の導電形式のままに残された多層膜の表面に電極を接続形成する工程と、を含むことを特徴とする導波路型フォトダイオードの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は例えば光集積回路素子等に組み込んで利用することができる導波路型フォトダイオードとその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図 3 に従来の導波路型フォトダイオードの製造工程を示す。先ず図 3 A に示す基板 10 を用意する。この基板 10 は、例えば n 型の導電形式を採る InP によって構成することができる。基板 10 の一方の面に、例えば n 型の InGaAsP から成る光導波層 2

と、N 型の InGaAs から成る光吸収層 3 と、その上に P 型の InGaAsP から成る光導波層 11、P 型の InP から成るクラッド層 4、P 型の InGaAsP から成るコンタクト層 5 をそれぞれ一層ずつ成長形成する（図 3 B）。

【0003】これらの層 2、3、11、4、5 を形成した後、コンタクト層 5 の上面に図 3 C に示すようにマスク MS を被着形成し、マスク MS を形成しない部分をエッチングにより基板 10 の表面が露出するまでストライプ状にエッチング除去する（図 3 C）。エッチング除去した部分に図 4 に示すように絶縁性埋込層 12 を再度結晶成長させる。その後、上部に図 4 に示すように絶縁膜 7 を形成し、この絶縁膜 7 に開口部 7 A を形成してコンタクト層 5 の一部を露出させ、絶縁膜 7 の上に図 5 に示すように P 電極 9 を形成する。下部には基板 10 の底面に N 電極 8 を形成する。

【0004】光吸収層 3 及びその上下の光導波層 2 及び 11 に光が入射すると、光吸収層 3 で光電変換される。発生した電流は左右を絶縁性埋込層 12 に挟まれているため上下の電極 8 と 9 に流れる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の導波路型フォトダイオードは結晶成長させた光導波層 2 及び 11、光吸収層 3 等、組成が異なる半導体多層膜をストライプ状にエッチングした後、左右に絶縁性埋込層 12 を再度結晶成長させる必要がある。組成が異なる多層膜は、各組成ごとにエッチング速度が異なるため、図 3 C に示すようにエッチングされた断面が垂直面に仕上がらず、凹凸が形成されてしまう傾向がある。

【0006】従って、多層膜の部分と絶縁性埋込層 12 との境界面は均一な面に形成されないため、その境界部分から電流のリークが発生し、光電変換効率が下がる欠点がある。この発明の目的は光電変換効率が従来のものより高い導波路型フォトダイオードの構造とその製造方法を提案するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明では絶縁基板の一方の面に凹溝を形成し、この凹溝の内部に一方の導電形式を採る光導波層、光吸収層、光導波層、クラッド層、コンタクト層を順に製膜すると共に、これら多層膜の一部に上記光吸収層に達する深さにわたって他方の導電形式の拡散層を形成し、この拡散層を形成した領域と、上記一方の導電形式を採る多層膜の上面にそれぞれ電極を形成した構造の導波路型フォトダイオードとその製造方法を提案するものである。

【0008】この発明による導波路型フォトダイオードによれば、予め絶縁性基板に凹溝を形成し、この凹溝の内部に多層膜を製膜するから、多層膜の側面は凹溝の側面に対して均一に接した状態で形成される。従って、電流のリークが発生することがなく、光電変換効率が高

められる。更に、この発明では組成の異なる半導体膜をエッチングする工程が全く無いので、従来のものに比べて製造が容易となり、また製造に要する時間を短縮することができる利点が得られる。

【0009】

【発明の実施の形態】図1及び図2にこの発明の実施例を示す。図1はこの発明による導波路型フォトダイオードの完成した状態を示す。この発明による導波路型フォトダイオードの構造上の特徴とする点は、絶縁性基板1が光導波層2と光吸収層3、クラッド層4、コンタクト層5から成る多層膜の部分と同一の部材によって取り囲んでいる点と、多層膜を構成する光導波層2、光吸収層3、クラッド層4、コンタクト層5を一方の導電形式の組成によって形成し、その一部に他方の導電形式の素材を拡散させて、他方の導電形式の領域を形成してP-N接合面を形成した点にある。

【0010】図2を用いてこの発明による導波路型フォトダイオードの製造方法を説明する。例えばN型の導電形式を採るInPから成る絶縁性基板1に図2Aに示すように凹溝20を形成する。凹溝20の内部に図2Bに示すように光導波層2と光吸収層3、光導波層2、クラッド層4、コンタクト層5を順に製膜する。これら各層の組成としては、例えば光導波層2はN型の導電形式を採るn-InGaAsPを用いる。光吸収層3も同様にN型導電形式を採るn-InGaAsによって形成し、更にクラッド層4も同様にN型導電形式のn-InPによって形成し、コンタクト層5もn型導電形式のInGaAsPによって形成する。

【0011】層2、3、4、5を形成した後に、これらの多層膜の一部にP型の導電素材を拡散させてP型の拡散領域6を形成する。P型導電素材としては、例えばZnを用いることができる。なお、拡散領域6は凹溝20の長手方向に関して、凹溝20の長手方向の全体にわたって形成する。コンタクト層5の上面は絶縁性基板1の上面と同一面となるように形成し、その上に例えばSiO₂のような絶縁材料によって絶縁膜7を被着形成する。絶縁膜7には拡散領域6に接する開口と、N型領域のままに残された部分に接する開口とを形成し、これら各開口を通じて拡散領域6にはP電極9を接続して形成し、他方にはN電極8を接続して完成する(図2C)。

【0012】このようにして作られた導波路型フォトダイオードによれば、図1に示すように光吸収層3を中心に光が入射されることにより、光吸収層3で光電変換さ

れ、電極8と9に光電変換された電流が取り出される。ここで各層2、3、4、5はそれぞれ凹溝20内で成長法により製膜されるから、凹溝20の側面に対して、各層2、3、4、5は均一に接して形成される。この結果、各層2、3、4、5の各側面と凹溝20の側面との間の接合部分で電流がリークすることがない。従って、従来の光導波路型フォトダイオードより光電変換効率が高められる。

【0013】なお、上述の実施例では光導波層2、光吸収層3、クラッド層4、コンタクト層5を全てN型の導電形式の材料で形成したが、P型材料で形成し、拡散領域6をN型材料によって拡散して形成してもよい。

【0014】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば従来の導波路型フォトダイオードより光電変換効率が数%程度高い導波路型フォトダイオードを得ることができる。しかも、組成が異なる多層の半導体層をエッチングする必要がないから、製造が容易である。更に製造に要する時間も従来より短縮することができる利点もあり、製造上は元より実用上においてもその効果は頗る大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による導波路型フォトダイオードの一例を示す斜視図。

【図2】この発明による導波路型フォトダイオードの製造方法を説明するための工程図。

【図3】従来の導波路型フォトダイオードの製造方法を説明するための工程図。

【図4】図3で説明する従来の製造方法における途中の工程を説明するための図。

【図5】従来の導波路型フォトダイオードの構造を説明するための斜視図。

【符号の説明】

- 1 絶縁性基板
- 2 光導波層
- 3 光吸収層
- 4 クラッド層
- 5 コンタクト層
- 6 拡散領域
- 7 絶縁膜
- 8 N電極
- 9 P電極
- 20 凹溝

【図1】

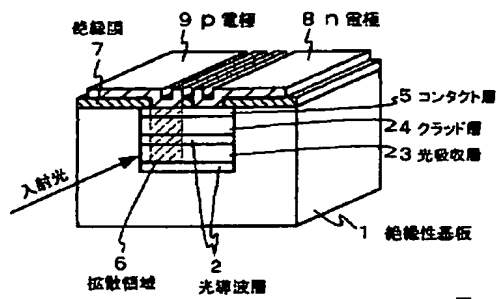


図 1

【図3】

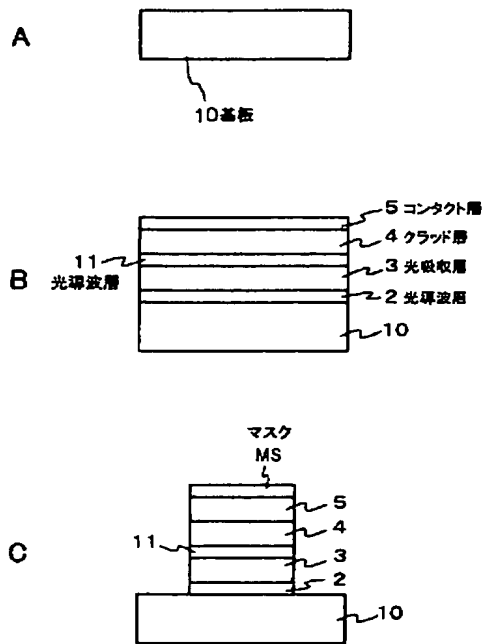


図 3

【図2】

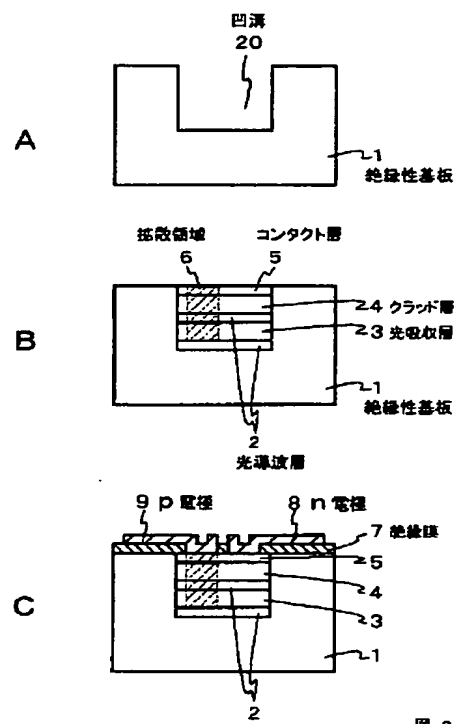


図 2

【図4】

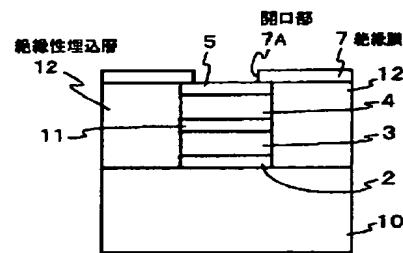


図 4

【図5】

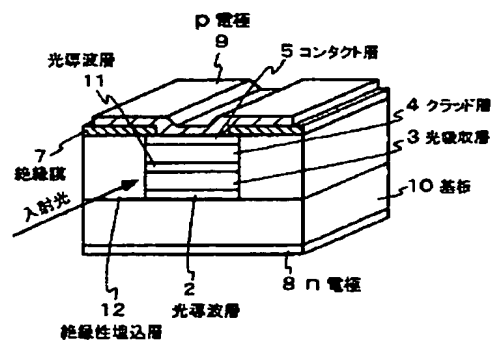


図 5